

MODEL CERDAS PENGENALAN POLA WARNA MENGGUNAKAN ARSITEKTUR BAM KONTINU BERBASIS NEURAL NETWORK

Sestri Novia Rizki¹⁾; Vani maharani Nasution²⁾; Ahmad Taufik³⁾

¹⁾Sistem Informasi, Universitas Media Nusantara Citra, Jakarta, Indonesia

²⁾Software Engineering, Universitas Jakarta Internasional, Jakarta, Indonesia

³⁾ Sistem Informasi, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

¹⁾ sestri.novia@mncu.ac.id; ²⁾vanimaharaninasution@gmail.com; ³⁾Ahmadaufik0998@gmail.com

ABSTRACT

Colour pattern recognition is a crucial domain in digital image processing with wide-ranging applications, including object identification, image classification, and computer vision systems. This study proposes the design and implementation of a colour pattern recognition system utilising an Artificial Neural Network (ANN) with the Continuous Bidirectional Associative Memory (BAM) method. Continuous BAM was selected for its adaptive and stable ability to perform two-way pattern association between input and target sets. The research methodology encompasses: RGB colour data collection, input value normalisation, association matrix formulation, network training, and system validation against defined colour patterns. The results confirm that the Continuous BAM model achieves high recognition accuracy and fast convergence. Furthermore, the system demonstrates robustness against minor variations in colour intensity, suggesting its strong potential for precise colour identification in image recognition applications. Out of four tested colour patterns, two (red and blue) were successfully matched, yielding final target/output pairs of [-1, 1] / [-6, 6] and [-1, -1] / [-6, -18], respectively.

Keywords: *Colour Pattern Recognition, Artificial Neural Network, Bidirectional Associative Memory, Continuous BAM, Image Processing.*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah memberikan kontribusi yang signifikan di berbagai bidang, terutama dalam pemrosesan gambar digital dan pengenalan pola. Aspek penting dari pemrosesan gambar adalah kemampuan sistem untuk mengenali pola warna secara akurat. Warna memainkan peran penting sebagai salah satu fitur visual utama yang digunakan untuk membedakan objek dalam suatu gambar. Oleh karena itu, penelitian tentang pengenalan pola warna relevan untuk aplikasi di bidang-bidang seperti sistem pengawasan, robotika, klasifikasi gambar, dan aplikasi industri berbasis visual. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengenalan pola karena kemampuannya untuk meniru cara otak manusia mengenali dan mengklasifikasikan informasi. JST dapat mempelajari hubungan kompleks antara data masukan dan keluaran melalui proses pelatihan, yang memungkinkan mereka untuk menggeneralisasi ke data baru yang belum pernah mereka temui sebelumnya.

Kualitas model jaringan saraf tiruan ditentukan oleh koneksi antar neuron atau arsitektur jaringan itu sendiri. Neuron dikelompokkan ke dalam struktur yang disebut lapisan neuron, yang terbagi menjadi tiga jenis: a) Lapisan Masukan, tempat unit-unitnya, yang dikenal sebagai unit masukan, menerima pola masukan dari sumber eksternal yang merepresentasikan suatu masalah; b) Lapisan Tersembunyi, tempat unit-unitnya, yang disebut unit tersembunyi, menghasilkan keluaran yang tidak dapat diamati secara langsung; c) Lapisan Keluaran, tempat unit-unitnya, yang disebut sebagai unit keluaran, menyediakan solusi jaringan saraf untuk masalah tersebut.[1]

Salah satu model jaringan saraf tiruan yang menarik untuk dikembangkan adalah *Bidirectional Associative Memory* (BAM). BAM beroperasi berdasarkan prinsip asosiasi dua arah antara pola masukan dan pola target, yang memungkinkan sistem mengenali pola tidak hanya dari masukan ke keluaran, tetapi juga dari arah sebaliknya. Metode ini sangat cocok untuk kasus pengenalan pola yang membutuhkan hubungan timbal balik antar data. Versi BAM

DOI : <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v13i2.1027>

ISSN Online : 2620-7532

kontinu, yang dikenal sebagai *Continuous BAM (CBAM)*, menawarkan keunggulan dalam hal stabilitas dan kemampuan konvergensi yang lebih baik dibandingkan BAM diskrit, karena beroperasi dengan nilai kontinu dalam fungsi aktivasi.

Dalam konteks pengenalan pola warna, metode BAM kontinu dapat digunakan untuk memetakan hubungan antara pola warna input (misalnya, dalam format RGB) dan pola target yang mewakili kategori warna tertentu. Dengan menggunakan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat mengenali dan mengklasifikasikan warna secara akurat, bahkan ketika terdapat sedikit variasi dalam nilai intensitas atau kondisi pencahayaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi saat ini dapat dianggap sebagai pendorong kemajuan hampir di seluruh aspek kehidupan. Pesatnya pertumbuhan teknologi ini erat kaitannya dengan pengaruh komputerisasi. Sistem komputer memungkinkan proses berjalan sangat cepat, menjadikan komputer sebagai alat penting dalam setiap aktivitas pemrosesan informasi [2]. Bidang kecerdasan buatan merupakan salah satu cabang teknologi yang memacu kemajuan kehidupan manusia dengan mempermudah segala aktivitas, karena didasarkan pada konsep pemikiran cerdas manusia. [3].

Jaringan saraf tiruan adalah cabang kecerdasan buatan yang umum digunakan untuk memprediksi kejadian di masa mendatang. Backpropagation adalah salah satu dari beberapa metode dalam jaringan saraf tiruan yang sering digunakan oleh para peneliti untuk membuat prediksi dengan tingkat keberhasilan yang tinggi [4].

Model Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron dikembangkan oleh Rosenblatt (1962) dan Minsky-Papert (1969). Model ini memiliki aplikasi dan kemampuan pelatihan yang lebih baik pada masa itu. [5]. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah jenis teknologi komputer di bidang kecerdasan buatan yang dapat mengenali pola data yang kompleks. [6][7][8][9].

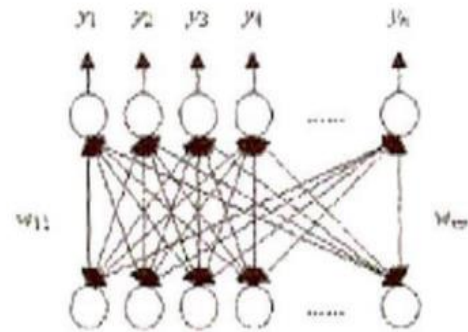
Tujuan dari proses pengenalan pola terdiri dari dua bagian:

1. Menambahkan pola baru ke pola yang belum dikenali.
2. Klasifikasi terbimbing berarti mengidentifikasi pola sebagai bagian dari

suatu kelas yang subjeknya sudah diketahui. [10].

Neuron yang saling terhubung terdiri dari satu unit masukan dan satu unit keluaran karena tidak ada unit masukan yang terhubung satu sama lain, dan dengan cara yang sama, banyak unit keluaran yang terhubung[11].

Proses kerja Asitektur jaringan Saraf tiruan BAM [12] seperti pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan BAM

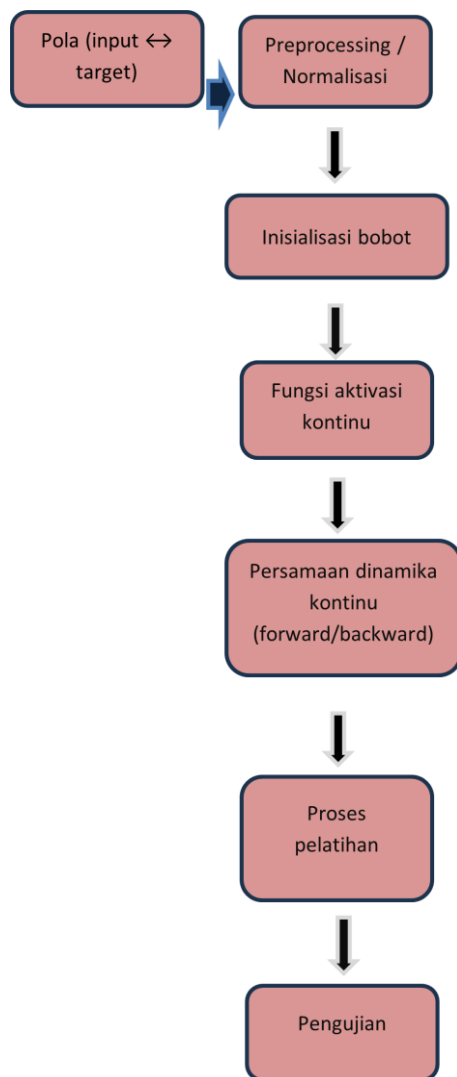
BAM adalah jenis jaringan memori heteroasosiatif yang dikembangkan oleh Kosko (1988). BAM menyimpan pola pelatihan dalam matriks berukuran $n \times m$, yang merupakan hasil perkalian luar vektor masukan dan target pelatihan. Arsitektur BAM terdiri dari dua lapisan yang dihubungkan oleh jalur koneksi berbobot. [13]. Aturan Hebb juga digunakan untuk melatih jaringan lain yang akan dibahas nanti. Karena kita mempertimbangkan jaringan satu lapis, salah satu

Metode Bidirectional Associative Memory (BAM) terbagi kedalam 2 bagian, yaitu: 1. Bidirectional Associative Memory Diskret Pada Bidirectional Associativememory (BAM)diskret, terdapat 2 inputan , yaitu biner dan bipolar. 2. Bidirectional Associative Memory Kontinu BAM kontinu akan mentransformasikan input secara lebih halus dan kontinu ke kawasan output dengan nilai yang terletak pada range $[0, 1]$ [14].

III. METODE PENELITIAN

Pada tahap implementasi sistem, akan dibahas hasil penerapan dari analisis dan perancangan sistem yang telah dilakukan, meliputi pembuatan antarmuka, pengkodean, dan pengujian sistem. Tahap ini merupakan proses pembangunan sistem atau aplikasi yang menggabungkan

perangkat lunak dan perangkat keras, sesuai dengan hasil analisis dan perancangan, sehingga membentuk sistem yang utuh [15]. Langkah Langkah penelitian diantaranya seperti pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Langkah Penelitian

Langkah-langkah metode ini dapat dilihat pada proses dibawah ini. Untuk vektor input biner, matriks bobot ditentukan sebagai :

$$w_{ij} = \sum_p (2 * s_i(p) - 1)(2 * t_i(p) - 1) \quad (1)$$

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah : Y_j Untuk lapisan output :

$$y_j = \begin{cases} 1; & jikay_in_j > 0 \\ y_j; & jikay_in_j = 0 \\ 0; & jikay_in_j < 0 \end{cases} \quad (2)$$

X_i Pada lapisan input

$$x_i = \begin{cases} 1; & jikax_in_i > 0 \\ x_i; & jikax_in_i = 0 \\ 0; & jikax_in_i < 0 \end{cases} \quad (3)$$

1.

Vektor input bipolar, matriks bobot ditentukan sebagai berikut :

$$w_{ij} = \sum_p (s_i(p) * t_i(p)) \quad (4)$$

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah : Y_j Untuk lapisan output :

$$y_j = \begin{cases} 1; & jikay_in_j > \theta \\ y_j; & jikay_in_j = \theta \\ -1; & jikay_in_j < \theta \end{cases} \quad (5)$$

X_i Untuk lapisan input

$$x_i = \begin{cases} 1; & jika x_in_i > \theta \\ x_i; & jikax_in_i = \theta \\ -1; & jikax_in_i < \theta \end{cases} \quad (6)$$

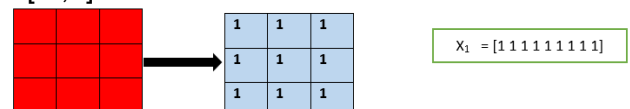
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi proses pengenalan pola warna menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan arsitektur Bidirectional Associative Memory (BAM) kontinu. Pada tahap ini dilakukan proses pelatihan dan pengujian terhadap beberapa pola warna yang direpresentasikan dalam bentuk vektor numerik hasil normalisasi nilai RGB. Data uji yang digunakan terdiri dari empat pola warna utama, merah, kuning, hijau dan biru. Setiap pola direpresentasikan dengan nilai input vektor dan target keluaran yang telah dinormalisasi pada rentang pola tanda [-1,1],[1,-1],[1,1] dan [-1,-1]. Proses Penyelesaian Pola warna

A. Pola

1. Pola warna merah

Pola Tanda yang digunakan disimpan dalam = [-1,1]



2. Pola warna kuning

Pola Tanda yang digunakan disimpan dalam = [1,-1]



3. Pola warna hijau

Pola Tanda yang digunakan disimpan dalam = [1,1]

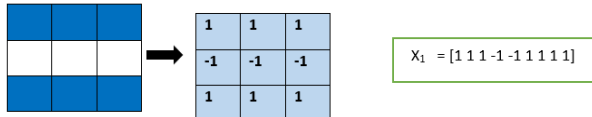


$$W_{(Tanda)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix} [1, -1] \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

1. Pola warna "hijau" disimpan dalam = [1,-1]

4. Pola Warna Biru

Pola Tanda yang digunakan disimpan dalam = [-1,-1]



$$W_{(Tanda)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix} [1, 1] \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

1. Pola warna "biru" disimpan dalam = [1,-1]

B. Matriks Bobot Masing masing Pola warna

- Proses pembentukan matriks bobot dilakukan dengan mengalikan setiap pasangan pola input dan output menggunakan operasi perkalian luar (outer product). Hasil dari setiap pasangan pola kemudian dijumlahkan untuk menghasilkan matriks bobot total (W). Matriks bobot inilah yang berfungsi sebagai memori asosiatif yang menyimpan hubungan antara pola input dan output dari keempat warna yang digunakan.

- Matriks bobot yang digunakan dalam penyimpanan tanda merah, kuning, hijau dan biru adalah :

$$w = w(\text{tanda}\#) + w(\text{tanda}/)w + w(\text{tanda}\#) + w(\text{tanda}/)$$

- Pola warna "marah" disimpan dalam = [-1,1]

$$W_{(Tanda)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} [-1, 1] \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

- Pola warna "kuning" disimpan dalam = [1,-1]

C. Matriks Bobot Masing masing Pola

Langkah berikutnya adalah menjumlahkan seluruh matriks bobot hasil dari keempat pola tanda untuk memperoleh matriks bobot total (W) yang digunakan oleh jaringan BAM kontinu. Proses penjumlahan ini bertujuan untuk menggabungkan seluruh asosiasi pola ke dalam satu struktur memori bersama, sehingga jaringan mampu mengenali semua pola warna yang telah dilatih.

Secara matematis, hubungan tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$W = W(\text{tanda } \exists) + w(\text{tanda } E) + w(\text{tanda } O) + w(\text{tanda } O)$$

$$W = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \end{pmatrix}$$

Matriks bobot yang digunakan W adalah bentuk matriks yang menghubungkan antar neuron neuron lapisan input ke lapisan output. Sedangkan Matriks yang menghubungkan neuron neuron lapisan input ke lapisan Output W_T

D. Pengujian

a) Pengujian dilakukan dengan masing masing nilai input vector tanda

A. $Y_{in_1=X_1*W} = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1] =$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \end{pmatrix} = [-6, 6]$$

Maka: $y_{in_1} = [-1, 1) =$
Sama Dengan Target yang diharapkan

b) Pengujian dilakukan dengan masing masing nilai input vector tanda

B. $Y_{in_1=X_1*W} = [1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1] =$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \end{pmatrix} = [6, 18]$$

Maka: $y_{in_1} = [1, -1) =$
Tidak Sama Dengan Target yang diharapkan

C. $Y_{in_1=X_1*W} = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1] =$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \end{pmatrix} = [-6, 6]$$

Maka: $y_{in_1} = [1, 1) =$
Tidak Sama Dengan Target yang diharapkan

D. $Y_{in_1=X_1*W} = [1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1] =$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ 0 & 4 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \\ -4 & 0 \end{pmatrix} = [-6, -18]$$

Maka: $y_{in_1} = [-1, -1) =$
Sama Dengan Target yang diharapkan

Berdasarkan hasil pengujian sistem pengenalan pola warna menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan metode Bidirectional Associative Memory (BAM) Kontinu, dapat disimpulkan bahwa sistem mampu melakukan proses asosiasi dua arah antara pola input dan pola target dengan cukup baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada beberapa pola masukan, hasil keluaran y_{in} yang diperoleh sama dengan target yang diharapkan, yaitu:

1. Untuk input vektor pertama dengan hasil perhitungan $y_{in} = [-6, 6]$ $y_{in} = [-6, 6]$, keluaran $y = [-1, 1]$ $y = [-1, 1]$ sesuai dengan target.
2. Untuk input keempat dengan hasil $y_{in} = [-6, -18]$ $y_{in} = [-6, -18]$, keluaran $y = [-1, -1]$ $y = [-1, -1]$ juga sesuai dengan target yang diharapkan.
3. Hasil keluaran tidak sesuai dengan target. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja BAM kontinu masih dipengaruhi oleh konfigurasi bobot dan nilai input awal. Kesalahan pengenalan dapat disebabkan oleh kemiripan pola masukan, ketidakseimbangan nilai bobot asosiasi, atau proses normalisasi data yang belum optimal.

DOI : <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v13i2.1027>

ISSN Online : 2620-7532

4. Metode BAM kontinu efektif digunakan dalam proses pengenalan pola warna sederhana. Sistem mampu mengenali pola target yang sesuai dengan input yang telah dilatih sebelumnya. Diperlukan optimasi lanjutan pada pembobotan dan fungsi aktivasi agar sistem lebih robust terhadap variasi pola masukan. Hasil pengenalan pola ada pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengenalan Pola

No	Nilai Masukkan	Pengenalan Pola
1	[-1,1]	Sesuai Pola
2	[1,-1]	Tidak Sesuai
3	[1, 1]	Tidak Sesuai
4	[-1,-1]	Sesuai Pola

Berdasarkan hasil tabel diatas ada 2 pola yang dikenali dan 2 pola yang tidak dikenali target.

V. PENUTUP

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini memberikan gambaran bahwa JST dengan metode BAM kontinu sudah mampu menjalankan fungsi asosiasi dua arah secara memadai, terutama pada pola warna yang telah melalui proses pelatihan. Meskipun demikian, ketidaksesuaian keluaran pada beberapa pola menegaskan perlunya peningkatan dalam proses pembobotan, penyesuaian parameter, maupun teknik normalisasi. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi menjadi model pengenalan pola warna yang lebih akurat, stabil, dan adaptif terhadap berbagai variasi data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Yunaldi and V. Karnadi, "Metode Bidirectional Associative Memory (BAM) Kontinu Pengenalan Pola Karakter Untuk Keamanan Data," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 2, p. 380, 2022, doi: 10.30865/json.v4i2.5339.
- [2] R. Yolanda, J. TM, and Iqbal, "Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan dalam Pengenalan Pola Huruf Hijaiyah Tulisan Tangan," *J. TIKFA Fak. Ilmu*

Komput. Univ. Al Muslim, vol. 3, no. 3, pp. 1–9, 2018.

- [3] B. Etikasari and Trismayanti Dwi Puspitasari, "Jurnal Mnemonic Menggunakan Algoritma Adaline Bety | Trismayanti," vol. 2, no. 1, pp. 12–16, 2019.
- [4] H. T. B. Tambunan, D. Hartama, and I. Gunawan, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Untuk Memprediksi Jumlah Penjualan Gas 3Kg Menggunakan Metode Backpropagation," *Tin Terap. Inform. Nusant.*, vol. 1, no. 9, pp. 479–488, 2021.
- [5] David, "Perancangan Perangkat Lunak Pengenalan Pola Karakter Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform. STMIK PONTIANAK*, vol. 1, no. 1, pp. 10–19, 2011.
- [6] A. Vyan Martha, M. Hanafi, and A. Burhanuddin, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk Mengenali Pola Tanda Tangan dengan Metode Backpropagation," *J. Komtika (Komputasi dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 51–57, 2020, doi: 10.31603/komtika.v3i2.3472.
- [7] Rayandra, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Pengenalan Pola Huruf Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (BAM)," vol. 08, pp. 125–133, 2023.
- [8] M. F. Mubarokh, M. Nasir, and D. Komalasari, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Penjualan Pakaian Menggunakan Algoritma Backpropagation," *J. Comput. Inf. Syst. Ampera*, vol. 1, no. 1, pp. 29–43, 2020, doi: 10.51519/journalcisa.v1i1.3.
- [9] A. F. Suahati, A. A. Nurrahman, and O. Rukmana, "Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan – Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 6, no. 1, p. 21, 2022, doi: 10.35194/jmtsi.v6i1.1589.
- [10] Warda Hamidah and Lailan Sofinah Harahap, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pengenalan Pola Huruf Menggunakan Metode Bidirectional

DOI : <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v13i2.1027>

ISSN Online : 2620-7532

Associative Memory (BAM),” *Neptunus J. Ilmu Komput. Dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 4, pp. 168–178, 2024, doi: 10.61132/neptunus.v1i4.433.

[11] S. N. Rizki and Y. Mardiansyah, “The Vocal Patterns Recognition In Artificial Neural Network By Using The Hebb Rule Algorithm,” *Int. J. Inf. Syst. Technol. Akreditasi*, vol. 5, no. 158, pp. 767–774, 2022.

[12] L. Husna and S. N. Rizki, “Pemanfaatan JST Pengenalan Keaslian Pola Tanda Tangan untuk Pencegahan Tindakan Pemalsuan Tanda Tangan,” vol. 08, pp. 116–124, 2023.

[13] P. M. Putri, “Jaringan Saraf Tiruan Pengenalan Pola Karakter Kabataku Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (BAM) Kontinu,” vol. 9, no. 5, pp. 1444–1449, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i5.5016.

[14] Y. Yendrizal, “Implementasi JST Pada Keamanan Data Smartphone menggunakan metode metode Bidirectional associative memory BAM,” *MEANS (Media Inf. Anal. dan Sist.*, vol. 8, no. 2, pp. 200–204, 2023, doi: 10.54367/means.v8i2.3058.

[15] S. N. Rizki, Y. Yenni, and N. Jarti, “Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Wisata Menggunakan Metode Algoritma Best First Search,” *bit-Tech*, vol. 7, no. 2, pp. 453–462, 2024, doi: 10.32877/bt.v7i2.1845.